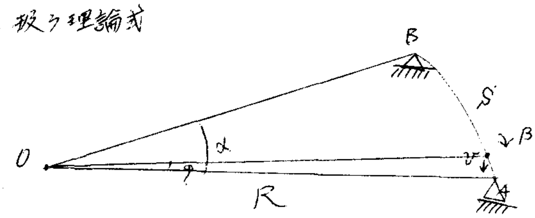
曲線橋の振動に関する研究

株式会社新日本技術コンサルタント　八重樫明彦

本論文は横桁を有する二本主桁曲線橋の振動問題の一部を取り扱ったものである。最初に曲線橋を一本の梁として扱う倉西式をもって基礎振動方程式とし、固有振動周期をこれより求めた。さらに横桁をうす板構造と仮定したときこれの変形を考えた場合さらに考えない場合とに分けて振動方程式を作製することを試みた。

上記理論式は必ずしも完全なものとは言い難いが、何らかの意義あるものとみて、模型実験を試み両者の数値計算の比較を行なった。

〔I〕一本の桁として扱う理論式



No.	項目	内容
1	R	曲率半径
2	S	弦長
3	v	垂直変位
4	β	モーメント角
5	φ	捩り角
6	α	開き角
7	ρ_φ	捩り率
8	ρ_R	曲率
9	M^S	曲げモーメント
10	M^T	捩りモーメント
11	E	Young's Modulous
12	I	慣性二次モーメント
13	A	断面積
14	γ	単位密度
15	C_{bd}	曲げ捩り剛性
16	G	せん断弾性係数
17	J_T	捩り剛性

$$\rho_\varphi = \frac{1}{R}\frac{d\beta}{d\varphi} + \frac{1}{R^2}\frac{dv}{d\varphi} \qquad (1)$$

$$\rho_R = \frac{1}{R^2}\frac{d^2v}{d\varphi^2} - \frac{1}{R}\cdot\beta \qquad (2)$$

$$M^S = -EI\rho_R \qquad (3)$$

$$M^T = GJ_T\rho_\varphi - \frac{EC_{bd}}{R^2}\cdot\varphi_\varphi'' \qquad (4)$$

鉛直荷重W, 捩りモーメント荷重m^Tが加わったときの曲り梁の弾性方程式

$$-\frac{EC_{bd}}{R^4}v^{(4)} + \left(\frac{GJ_T}{R^2} + \frac{EI}{R^2}\right)v'' - \frac{EC_{bd}}{R^2}\beta^{(4)} + \frac{GJ_T}{R}\beta'' - \frac{EI}{R}\beta - m^T = 0 \qquad (5)$$

これより以下の振動方程式を得る。

$$-\gamma R^2\frac{d^2v}{dt^2} + I_pR\frac{d^2\beta}{dt^2} = \frac{EI}{R^2}(v^{(4)} + v'') - \frac{EI}{R}(\beta'' + \beta)$$

$$I_pR\frac{d^2\beta}{dt^2} = \frac{EI}{R^2}v'' - \frac{EI}{R^2}\beta + \frac{GJ_T}{R^2}v'' + \frac{GJ_T}{R}\beta'' - \frac{EC_{bd}}{R^4}v^{(4)} - \frac{EC_{bd}}{R^3}\beta^{(4)} \qquad (6)$$

〔II〕二本の桁として扱う理論式

$$-\frac{EI_1}{R_1^2}(v_1^{(4)} + v_1'') + \frac{EI_1}{R_1}(\beta_1'' + \beta_1) + W_1R_1 + m_1^T = 0$$

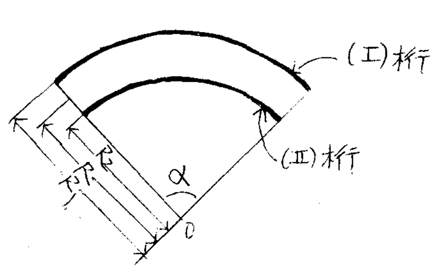
$$-\frac{EC_{bd1}}{R_1^4}v_1^{(4)} + \left(\frac{GJ_{T1}}{R_1^2} + \frac{EI_1}{R_1^2}\right)v_1'' - \frac{EC_{bd1}}{R_1^3}\beta_1^{(4)} + \frac{GJ_{T1}}{R_1}\beta_1'' - \frac{EI_1}{R_1}\beta_1 - m_1^T = 0$$

$$-\frac{EI_2}{R_2^2}(v_2^{(4)} + v_2'') + \frac{EI_2}{R_2}(\beta_2'' + \beta_2) + W_2R_2 + m_2^T = 0$$

$$-\frac{EC_{bd2}}{R_2^4}v_2^{(4)} + \left(\frac{GJ_{T2}}{R_2^2} + \frac{EI_2}{R_2^2}\right)v_2'' - \frac{EC_{bd2}}{R_2^3}\beta_2^{(4)} + \frac{GJ_{T2}}{R_2}\beta_2'' - \frac{EI_2}{R_2}\beta_2 - m_2^T = 0$$

〔III〕数値計算及実験

下記曲線橋について，(I)式を使用し固有値の試算を行ない，横桁の剛度が固有値に及ぼす影響を考察する。

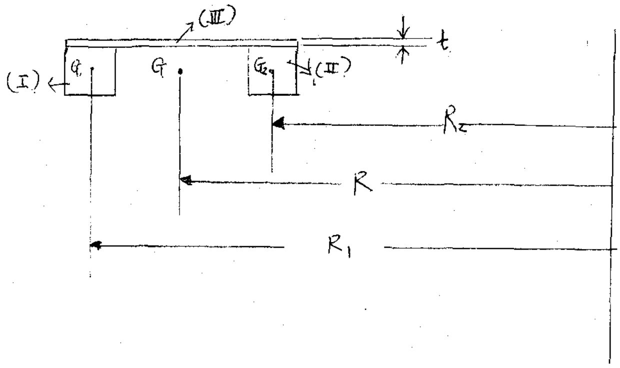


$\alpha = 0.8987$

$R_2 = 230\ cm$

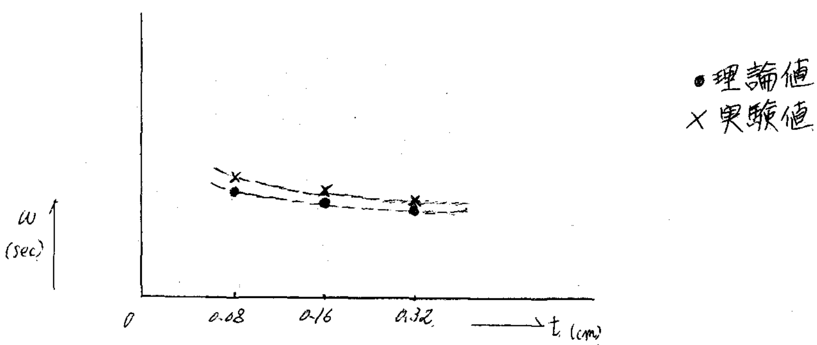
$R = 232\ cm$

$R_1 = 234\ cm$



簡単のため支持条件は両端自由とした。

Case	t (cm)	理論値 (sec)	実験値 (sec)
I	0.08	0.232	0.235
II	0.16	0.208	0.217
III	0.32	0.190	0.208



パラメータtの変化に対応するωの変化がわかる。
これらの理論値はいずれも一本の桁として扱う理論式より算出したものである。
支持条件を変化させ、さらにtの間隔を密にしてより精密な数値計算を行なっていくのが今後の方向であろうが、別の機会に行なっていく予定である。

(IV) 参考文献

1) 倉西茂「曲線橋の解析」東北大学研究室報告 No.10
2) 小西一郎、小松定夫「薄肉曲線桁の基礎理論」土木学会論文集 第87号
3) 中井博「曲線けた橋のねじり定数比K値について」第28回 土木学会全国大会 I-96